



LA “CAPACIDAD EVAPORATIVA” UTILIZADA COMO UN ÍNDICE DE COMPORTAMIENTO DE UN SISTEMA DE SECADO INTEGRADO POR UN VENTILADOR, COLECTOR SOLAR Y CABINA DE SECADO

M. Pontin, J. Morsetto, A. Lema, L. Ruetsch

Universidad Nacional de Río Cuarto – Facultad de Ingeniería
Ruta Nacional 36 Km. 601, (5800) Río Cuarto – Córdoba, Argentina
Tel. +54 (358) 4676488 – Fax +54 (358) 4676246 e-mail: mpontin@ing.unrc.edu.ar

RESUMEN: Este trabajo presenta la implementación de un índice llamado “capacidad evaporativa” para medir el potencial de secado de un secadero solar. Este índice permite determinar la posibilidad de secar un producto a partir del conocimiento de su actividad acuosa y de las condiciones atmosféricas, completando la información que aporta la ampliamente utilizada “eficiencia térmica” de un colector solar de aire, cuando es utilizado para el secado. El sistema de secado, está integrado por un ventilador con calefacción, el cual alimenta un colector solar de aire, seguido de una cámara de secado. Se presenta para el secadero, el cálculo de la capacidad evaporativa y una comparación de este índice con la eficiencia térmica. Se muestran gráficos de la capacidad evaporativa para diferentes valores de actividad acuosa. Estos permiten una rápida determinación de la capacidad evaporativa y la selección del flujo de aire óptimo para el secadero.

Palabras clave: secado solar, capacidad evaporativa, eficiencia del secadero solar.

INTRODUCCIÓN

Muchos productos hortícolas se comercializan secándolos previamente, favoreciendo de este modo, su conservación. La cantidad de agua a extraer no debe superar ciertos valores para que la planta no se muestre reseca y quebradiza para su comercialización y al manipularla se convierta en polvo. En general, en el comercio existen valores establecidos de contenido de humedad para cada hierba o sus partes (Gerla Rodino et al., 2004; Guglielmo et al., 2007), lo cual limita la temperatura de secado.

Para que esta actividad sea rentable, la operación de secado no debe agregar mayores costos a los de producción. Por ello, una propuesta ampliamente difundida, es en estos caso el secado solar, a través de un secadero solar mixto de bajo costo (Pontin et al., 2005).

La cinética de secado es uno de los factores de mayor influencia en el tiempo de la operación de secado. El agua contenida en los productos, dependiendo de la naturaleza de la unión entre esta y la materia seca, se encuentra incorporada de diferentes formas, pudiendo estar relativamente libre o ligada fuertemente a la estructura del producto. La actividad acuosa en un material, es un modo de expresar el grado de libertad que tiene el agua contenida en él (Kneule, 1982). Así, un producto intercambia agua con el ambiente que lo rodea, hasta que se establece un equilibrio, en estas condiciones, el valor de la humedad relativa del aire recibe el nombre de actividad de agua del producto (a_w).

La actividad de agua o el contenido de humedad de equilibrio, ejerce una poderosa influencia sobre la conservación de la calidad de los alimentos. Los microorganismos casi excepcionalmente no se desarrollan para actividades acuosas menores a 0.8 y la mayoría de las enzimas se inactivan por debajo de este valor. Actividades acuosas entre 0.85 y 0.60 evitan la proliferación de bacterias patógenas (Doymaz et al., 2006).

Para cada producto, las isotermas de sorción, expresan la cantidad de agua presente en el producto en función de la humedad relativa de la atmósfera que lo rodea y permiten determinar si a una dada temperatura y en un determinado ambiente, el material absorberá o desorberá humedad, esto es, si es factible deshidratarlo parcialmente. Además, permiten conocer cuales deben ser las características del aire de secado, temperatura, humedad relativa y caudal, para lograr una determinada humedad final del producto (Mujumdar, 2000).

En el proceso de secado, la extracción de la humedad puede hacerse por diferentes técnicas, siendo muy usual el contacto forzado del aire con el producto. El flujo de aire, al tomar contacto con el material a secar, incrementa su humedad relativa, disminuye su temperatura de bulbo seco y mantiene constante la temperatura de bulbo húmedo. La utilización de aire precalentado supone una optimización en el proceso de secado, mejorando la capacidad de arrastre de humedad (Ekechukwu, 1999; Corvalan et al., 1995).

Numerosos autores, (Njomo, 1995; Ahmad et al., 1996; Fath, 1995), al referirse a la optimización de calentadores solares de aire consideran pertinente la utilización de un indicador de “eficiencia térmica” del colector dada por la siguiente relación:

$$\eta = \frac{\text{Energía ganada por el aire que circula a través del colector}}{\text{Área del colector} \cdot \text{Irradiación superficial}} \quad (1)$$

Si bien la eficiencia de un secadero solar puede expresarse a través de diferentes parámetros, el más ampliamente utilizado se define en términos de temperatura, más precisamente, la temperatura alcanzada por el calentador solar de aire, llamado “eficiencia térmica” del colector solar. Sin embargo, este indicador no es suficiente, si lo que se pretende es evaluar el comportamiento del sistema de secado asociado, formado por el colector y la cámara de secado. Debe tenerse en cuenta además las características del producto a secar, su preparación y la actividad acuosa. Jannot et al. (1998) sugieren otro parámetro para definir la eficiencia del secadero llamado “capacidad evaporativa” que se define como:

$$E = \dot{m}_{as} (\omega_{2e} - \omega_1) \quad (2)$$

siendo E la capacidad evaporativa (kg/s), \dot{m}_{as} es el flujo másico de aire seco, ω_1 (kg agua/kg aire seco) la humedad absoluta del aire a la entrada del secadero y ω_{2e} (kg agua/kg aire seco) la humedad absoluta del aire a la salida del mismo, suponiendo que en la cámara de secado se logra el equilibrio entre el aire y el producto. De la ecuación (2), una capacidad evaporativa negativa, hará que el producto absorba humedad en el secadero. Por el contrario, una capacidad térmica mayor que cero indica que es posible secarlo hasta la humedad deseada (actividad acuosa), y solo resta seleccionar el caudal apropiado del aire de secado para eliminar el exceso de humedad (Jannot et al., 1998).

El objetivo de este trabajo es obtener para un secadero solar indirecto artesanal los índices rendimiento térmico y capacidad evaporativa y analizar la factibilidad de secado de productos con diferentes actividades acuosas. Se muestran gráficos para ambos índices. Los gráficos permiten visualizar fácilmente la factibilidad de secado de un determinado producto a partir del conocimiento de su actividad de agua y de las condiciones climáticas, como así también determinar rápidamente el caudal de aire necesario para alcanzar la humedad final requerida en el producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se hace una descripción del sistema de secado utilizado para realizar este trabajo. También se resumen las experiencias con las que se obtuvieron experimentalmente las curvas de “eficiencia térmica” del secadero y por último se describe la formulación matemática utilizada para calcular la “Capacidad evaporativa”.

Descripción del secadero

El secadero solar que se utilizó es del tipo indirecto y mixto. El mismo consta básicamente de una cabina de secado y un colector solar (Figuras 1 y 2). El aire que ingresa al colector solar, proviene de un ventilador centrífugo de 745.7 W (1 HP) calefaccionado con una resistencia variable, lo cual permite fijar la temperatura del aire de entrada al colector en el valor deseado, mientras que el caudal se regula modificando la apertura del área de succión. Caudal y temperatura del aire de entrada variable, son condiciones necesarias en la realización de las experiencias.

El aire proveniente del ventilador, ingresa al colector solar por el extremo libre y sale por el extremo conectado al gabinete de secado. Si se requiere caudal de aire constante, el mismo se regula a través del área de la entrada del aire y el área de salida del ventilador. En el interior del secadero el aire circula en flujo ascendente a través de una bandeja, y sale por la parte superior de la cámara de secado.

El colector solar se montó mirando hacia el norte con una inclinación de 45°, si bien el ángulo de inclinación es regulable. Consiste en una estructura de madera de 5 mm de espesor, pintada con un recubrimiento plástico que la protege de la humedad ambiente. La superficie colectora es una chapa corrugada de zinc, pintada de negro mate, y separada aproximadamente 5 cm de la cubierta transparente de vidrio. Entre ambas superficies forman un recinto, que sellado en sus extremos permite alojar una capa de aire estanco, que funciona como aislante térmico. El aire circula a través del colector por el canal que forman, la parte inferior de la superficie absorbidora y una película plástica reflectante. Esta superficie plástica recubre una capa de lana de vidrio que reviste a su vez la estructura de madera en su parte interna.

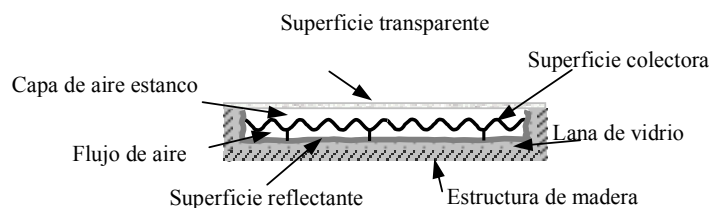


Figura 1: Corte transversal del colector de aire.

La cabina de secado, ubicada a 1.40 m respecto del nivel del suelo, consiste en una estructura de madera de 1.00 m de altura por 1.00 m de ancho y 0.30 m de profundidad, recubierta de polietileno negro de 150 μm de espesor, para evitar el deterioro del producto por la radiación solar (Ndawula et al., 2004).

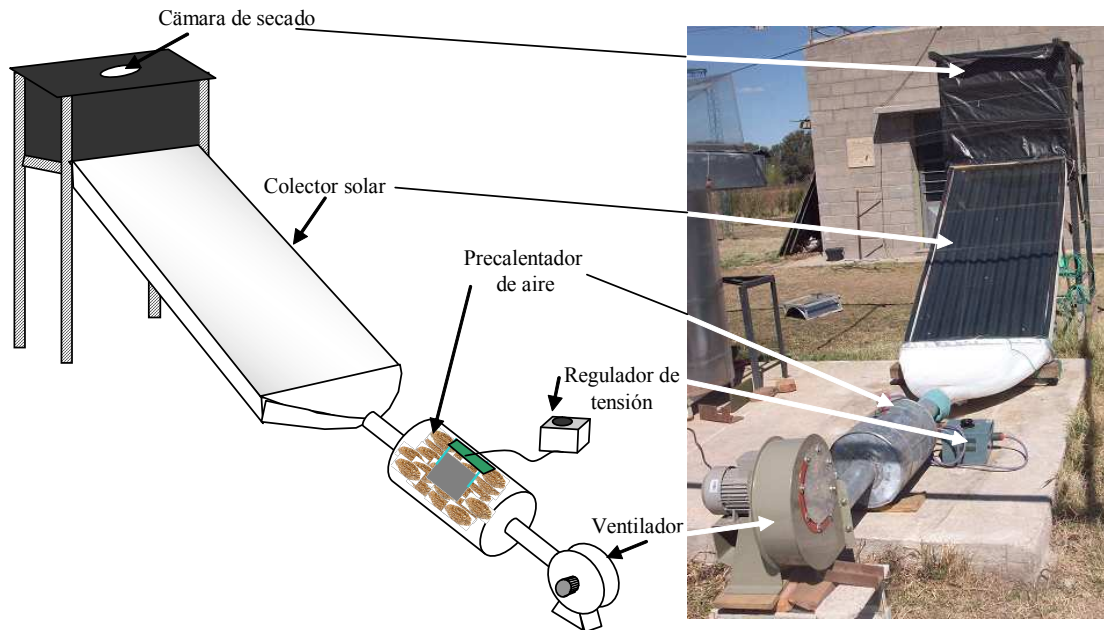


Figura 2: Sistema de secado solar.

Determinación experimental de la eficiencia térmica del colector solar de aire.

La eficiencia térmica del colector (η), viene dada por la siguiente ecuación:

$$\eta = \frac{\dot{m}_a c_p (T_1 - T_a)}{A_c \cdot G} \quad (3)$$

donde \dot{m}_a es el flujo másico de aire húmedo (kg/s), c_p , es la capacidad calorífica del aire húmedo ($\text{J/kg } ^\circ\text{C}$), T_1 ($^\circ\text{C}$) es la temperatura del aire a la salida del colector y T_a ($^\circ\text{C}$) es la temperatura a la entrada del mismo. Se puso en marcha el secadero mostrado en la Figura 2 y se determinó experimentalmente el rendimiento del colector (η), para el área de apertura del colector (A_c), (m^2), e irradiación sobre el plano del colector (G) (W/m^2).

Se realizaron dos tipos de determinaciones experimentales. Un primer grupo de seis experiencias, se realizaron alrededor del medio día solar para determinar el rendimiento térmico del colector como función del caudal de entrada de aire. El caudal de aire que alimentaba al colector, era diferente en cada una de las experiencias y no se precalentaba, con lo cual la temperatura del aire a la entrada del colector era semejante a la temperatura ambiente. El segundo grupo de experiencias se realizó a un caudal másico del aire de entrada fijo, el cual se seleccionó de acuerdo a las norma. En estas, se adoptó una temperatura del aire a la entrada del colector diferente en cada una de las experiencias. Este segundo conjunto de cuatro experiencias, se realizaron siguiendo la norma de ensayo de colectores: ANSI/ASHRAE STANDARD 93-2003 “Methods of testing to determine the thermal performance of solar collector”.

Las temperaturas a la entrada y a la salida del colector se registraron mediante termómetros digitales TES – 1307. Las variables climáticas se midieron mediante una estación meteorológica automática, que registra temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, etc. Por su parte, la radiación solar incidente sobre superficie horizontal y sobre el plano del colector se registraron mediante dos solarímetros fotovoltaicos conectados a un sistema de adquisición de datos.

Determinación de la capacidad evaporativa del sistema de secado

Durante el proceso de secado, las variaciones en las propiedades del aire, se pueden determinar a partir de relaciones termodinámicas que consideran al aire húmedo como gas ideal, mezcla de aire seco y vapor de agua. A los fines de calcular la Capacidad evaporativa (Ec. 2) del secadero solar mostrado en la Figura 2 se utilizaron las expresiones que se muestran a continuación.

Conocidas las condiciones atmosférica, temperatura y humedad relativa del aire ambiente, T_a y ϕ_a , se calcula la presión parcial de vapor del aire que entra al colector

$$P_v(T_a) = \frac{\phi_a}{100} \cdot P_{vs}(T_a) \quad (4)$$

Para el cálculo de la presión de saturación del vapor de agua se utilizan las ecuaciones presentadas por Singh et al. (2002) con distintas expresiones para diferentes rangos de temperaturas de saturación. A continuación se presentan las correspondientes a los rangos de temperatura manejados en un colector solar:

$$P_{vs}(T_s) = 610.78 \cdot \exp\left(\frac{17.269 \cdot T_s}{237.3 + T_s}\right) \quad 0^\circ\text{C} < T_s < 63^\circ\text{C} \quad (5)$$

$$P_{vs}(T_s) = 610.78 \cdot \exp\left(\frac{17.269 \cdot T_s}{236.3 + 1.0158 \cdot T_s}\right) \quad 63^\circ\text{C} < T_s < 110^\circ\text{C} \quad (6)$$

La humedad absoluta, es la masa de vapor de agua por unidad de masa de aire seco. Se calcula así, la humedad absoluta del aire a la salida del colector ω_1 de:

$$\omega_1 = \omega_a = 0.62198 \cdot \left[\frac{P_v(T_a)}{P_a - P_v(T_a)} \right] \quad (7)$$

La temperatura del aire a la salida del colector se obtiene a partir de la ecuación de eficiencia térmica del colector (Hottel – Whillier – Bliss), cuyos parámetros son ajustados a partir de los datos experimentales, ecuación (16).

$$T_1 = T_a + \frac{A_c \cdot G \cdot \eta}{\dot{m}_a \cdot c_p} \quad (8)$$

La correspondiente temperatura de bulbo húmedo T_{w1} , del aire a la salida del colector se determina resolviendo las ecuaciones siguientes:

$$P_v(T_a) = P_{vs}(T_{w1}) - \frac{c_p \cdot (T_1 - T_{w1}) \cdot (P_a - P_{vs}(T_{w1}))}{0.62198 \cdot L_v(T_{w1})} \quad (9)$$

donde L_v (J/kg) es el calor latente de vaporización. Para el agua libre este depende exclusivamente de la temperatura y se puede determinar a partir de la temperatura de bulbo húmedo, utilizando la siguiente expresión:

$$L_v(T_{w1}) = 2.5018 \cdot 10^6 - 2378 \cdot T_{w1} \quad (10)$$

Considerando el proceso de secado en la cámara como un proceso de saturación adiabática, $T_{w2} = T_{w1}$; luego se determina la temperatura a la salida del secadero.

$$P_v(T_2) = a_w \cdot P_{vs}(T_2) \quad (11)$$

$$P_v(T_2) = P_{vs}(T_{w2}) - \frac{c_p \cdot (T_2 - T_{w2}) \cdot (P_a - P_{vs}(T_{w2}))}{0.62198 \cdot L_v(T_{w2})} \quad (12)$$

$$L_v(T_{w2}) = 2.5018 \cdot 10^6 - 2378 \cdot T_{w2} \quad (13)$$

La humedad absoluta del aire a la salida del secador es obtenida entonces:

$$\omega_{2e} = 0.62198 \cdot \left[\frac{P_v(T_2)}{P_a - P_v(T_2)} \right] \quad (14)$$

Finalmente se calcula la capacidad evaporativa:

$$E = \left[\frac{\dot{m}}{1 + \omega_a} \right] (\omega_{2e} - \omega_1) \quad (15)$$

Análisis de la factibilidad de secado

El esquema de cálculo desarrollado en el punto anterior se utiliza para predecir si es posible secar, y de ser factible, el caudal de aire necesario lograrlo. Puede observarse de la ecuación (15), que una capacidad evaporativa negativa, indica que el producto se humedece en el secadero y no es factible el secado. De otro modo, una capacidad térmica mayor que cero, indica que el secado es posible y solo resta seleccionar el caudal óptimo del aire de secado, si están determinadas las características climáticas bajo las cuales se opera el secadero, esto es T_a , ϕ_a , G .

RESULTADOS

En la Figura 3 se muestra la curva de rendimiento del colector ajustada para diferentes caudales de aire, como así también la ecuación obtenida.

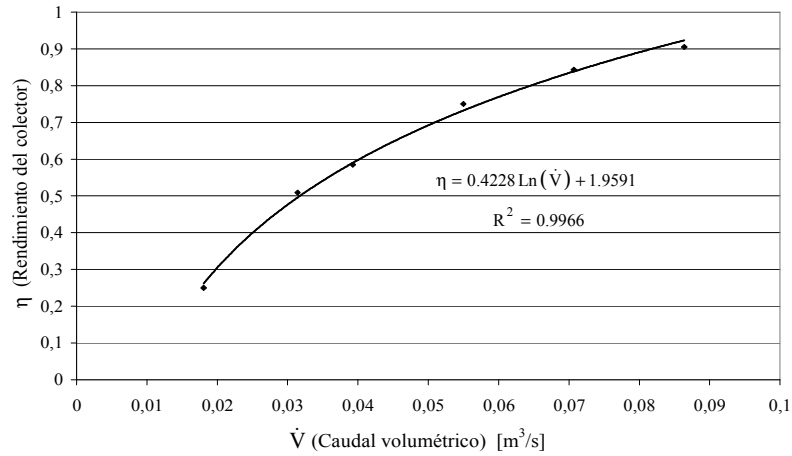


Figura 3: Rendimiento del colector (η) vs. caudal volumétrico de aire, para condiciones ambientales constantes.

La curva ajustada de la eficiencia térmica del colector (η) de acuerdo al modelo de Hottel-Whillier-Bliss, se presenta en la Figura 4 y la ecuación obtenida del ajuste se muestra a continuación:

$$\eta = 0.267 - 0.0123 \cdot \left(\frac{T_m - T_a}{G} \right) - 46.79 \cdot \left(\frac{T_m - T_a}{G} \right)^2 \quad (16)$$

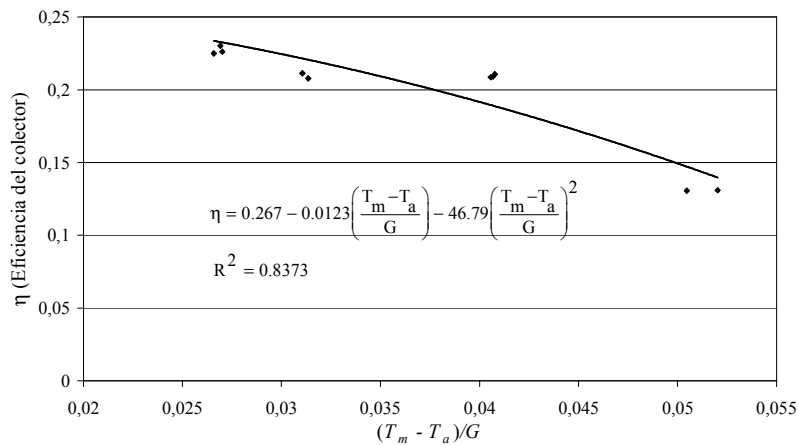


Figura 4: Rendimiento del colector vs. $(T_m - T_a)/G$.

La evolución de la Capacidad evaporativa con el caudal volumétrico de aire a la entrada del colector, se presenta en la Figura 5. Las diferentes curvas se obtuvieron a partir del algoritmo descrito en la sección Materiales y Métodos, utilizando caudales de aire dentro del rango de utilización de la curva de rendimiento obtenida.

En el gráfico mencionado, es posible evidenciar, que para el caso de productos que requieran alcanzar una actividad acuosa de 0.1, se obtienen capacidades evaporativas negativas para caudales mayores a 0,016 m³/s, mostrando que el secadero no es capaz de deshidratar dicho producto.

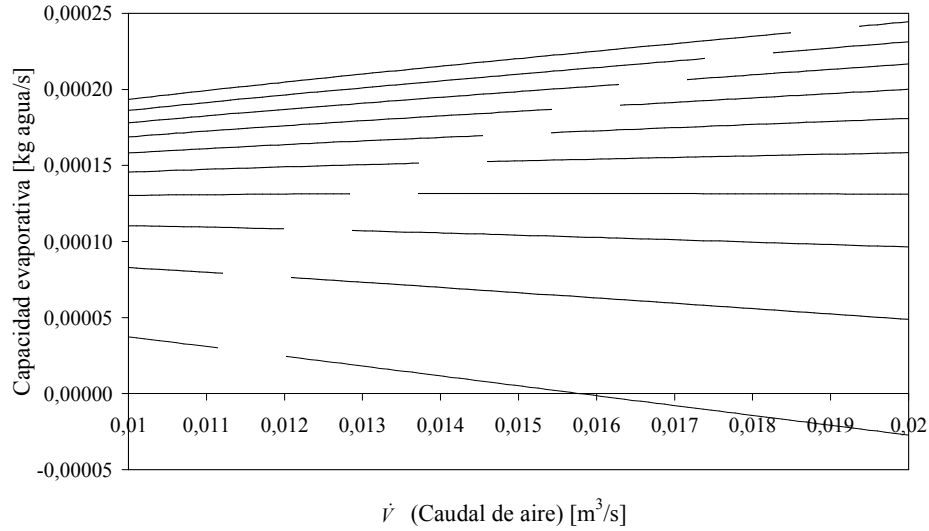


Figura 5: Variación de la Capacidad evaporativa del secadero (E) vs. Caudal de aire, para diferentes valores de a_w .

La misma observación anterior, puede obtenerse de la figura 6, que muestra la variación de la Capacidad evaporativa, como función de la temperatura del aire a la salida del colector. Productos que no requieran una actividad acuosa tan restrictiva se podrán secar, y el caudal se selecciona de modo de maximizar la capacidad evaporativa o respetar la temperatura de secado requerida por el producto.

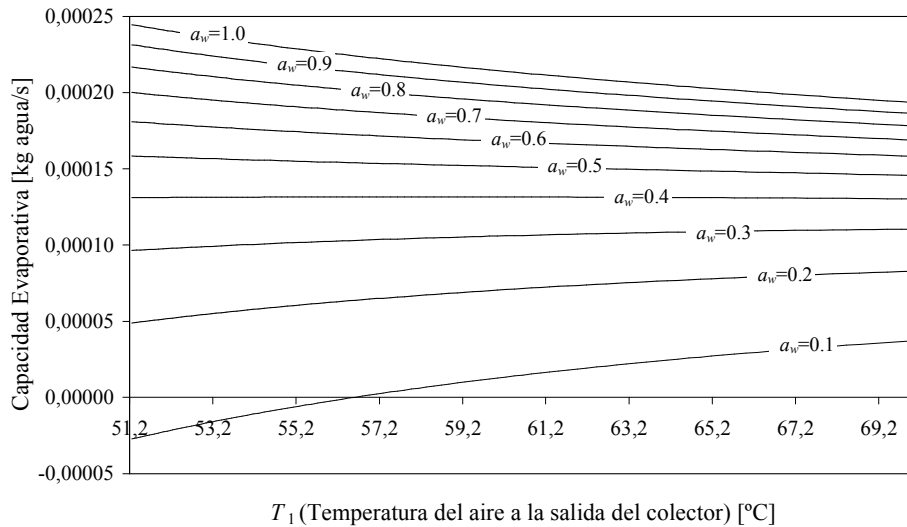


Figura 6: Capacidad evaporativa del secadero (E) vs. Temperatura del aire de secado para diferentes valores de a_w .

Comparemos, a partir de las Figuras 3, 4,5 y 6 los dos índices propuestos para caracterizar el funcionamiento del secadero solar, estos son, rendimiento térmico del colector (η) y capacidad evaporativa (E). El rendimiento térmico no permite concluir acerca del caudal requerido para eliminar una determinada carga de humedad del producto, como así tampoco evidenciar el problema, aunque extremo en este caso, de no poder deshidratar productos que requieran un actividad acuosa de 0.1.

La Capacidad evaporativa para diferentes humedades relativas del aire ambiente, obtenida a partir del procedimiento descrito, se muestra en la figura 7. Las curvas se obtuvieron para una actividad acuosa de 0.6. El valor de $a_w = 0.6$ se adoptó por ser la actividad acuosa requerida por la mayoría de los productos hortícolas.

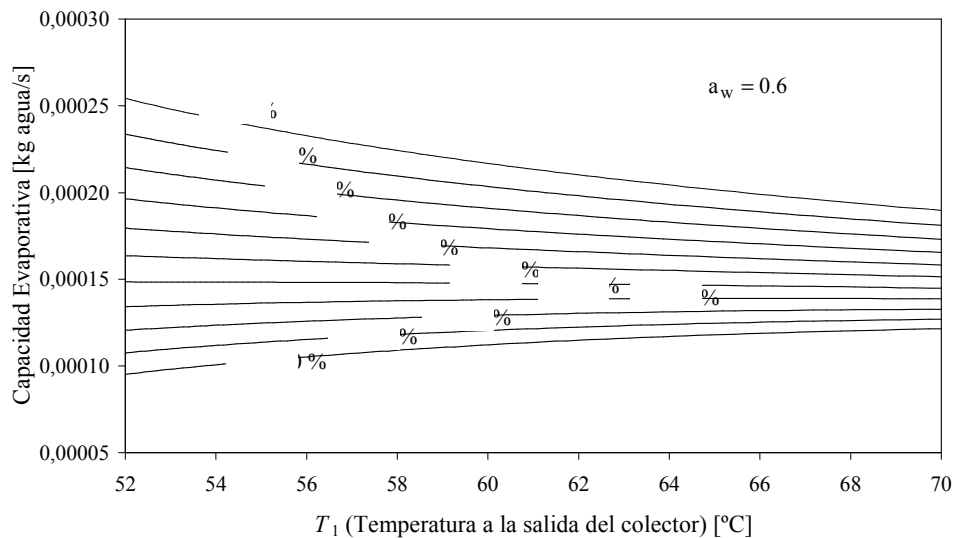


Figura 7: Capacidad evaporativa vs. Temperatura del aire a la salida del colector, para distintas humedades relativas del aire ambiente y para una actividad acuosa de 0.6.

En la mencionada figura, puede observarse que las mayores humedades relativas del aire van en desmedro de su capacidad para eliminar el agua del producto, como así también, con las temperaturas crecientes, que corresponden a caudales cada vez menores, para el caso de contenidos de humedad moderados. En el caso de humedades elevadas, por el contrario, un aumento en la temperatura tiene una influencia positiva en la capacidad de eliminar humedad del producto.

Los gráficos presentados proporcionan una manera rápida de evaluar si el secadero podrá permitir que un dado producto alcance una determinada actividad de agua, y de ser así, obtener el mínimo caudal de aire requerido para lograrlo.

Para ello supongamos que queremos lograr una $a_w = 0.6$ para un determinado producto y que la temperatura de secado no supere los 60°C . Esta es una cota superior de temperatura para la mayoría de los vegetales de hoja, si se pretende obtener un producto de buen aspecto y propiedades organolépticas.

Suponiendo condiciones atmosféricas similares a las existentes durante el desarrollo de las experiencias, de modo de asegurar la validez de las determinaciones realizadas y de este modo poder usar la información registrada en las figuras anteriores, y suponiendo que la humedad relativa del aire es del 40 %, el procedimiento es el siguiente:

De la Figura 7, para una temperatura de salida del colector de 60°C y una humedad relativa de 40 %, obtenemos el valor de la capacidad evaporativa $E = 1.681 \times 10^{-4}$ kg de agua/s, con este valor, y para una actividad acuosa de 0.6 leemos en la Figura 5 un caudal volumétrico de $\dot{V} = 0.01386$ m³/s. Bajo estas condiciones el colector solar trabajará con una eficiencia de aproximadamente 25 %, lo cual puede obtenerse a partir de la Figura 3.

CONCLUSIÓN

La capacidad evaporativa muestra ser una herramienta útil para determinar la factibilidad de secado de un determinado producto, y un criterio adecuado para caracterizar un secadero.

La información aportada por la Capacidad evaporativa de un secadero, permite complementar y refinar el criterio de desempeño de secaderos solares basado solo en la eficiencia del colector.

De ser factible el secado, este índice es útil a los fines de seleccionar el mínimo caudal de aire que requiere el secado de un determinado producto, dependiendo de la temperatura de secado y humedad final requerida. En particular, la aplicación del método de cálculo para productos que requieran actividades acuosas moderadas, como el caso de la mayoría de las hortalizas y aromáticas, muestra que el secadero es capaz de reducir la humedad del mismo al valor requerido e indicar el caudal de aire a utilizar.

NOMENCLATURA

A_c : área de la cubierta transparente (m²)
 a_w : actividad acuosa
 c_p : calor específico del aire (J/kg °C)
 E : capacidad evaporativa (kg agua/s)
 G : irradiancia solar sobre el plano del colector (W/m²)

L_v : calor latente de vaporización del agua (J/kg)
 \dot{m} : caudal másico de aire (kg/s)
 P_a : presión atmosférica (Pa)
 P_v : presión parcial de vapor de agua (Pa)
 T : temperatura (°C)
 T_m : temperatura media del colector. Media aritmética de temperatura entre la entrada y salida del colector (°C)
 \dot{V} : caudal volumétrico de aire (m³/s)
 ϕ : humedad relativa del aire (%)
 η : eficiencia térmica del colector
 ω : humedad absoluta del aire en base seca (kg agua/kg de materia seca)

Subíndices:

a: aire ambiente
 as: aire seco
 e: equilibrio
 s: saturación
 v: vapor
 w: bulbo húmedo
 1: entrada del secadero
 2: salida del secadero

REFERENCIAS

- Ahmad A., Saini J. y Varma H. (1996). Thermohydraulic performance packed-bed solar air heaters. *Energy Conversion and Management*. V. 37, No 2, 205–214.
- ANSI/ASHRAE STANDARD 93-2003 Methods of testing to determine the thermal performance of solar collector.
- Corvalan R., Horn M., Roman R. y Saravia L. (1995). Ingeniería del secado solar. CYTED-D.
- Doymaz I., Tugrul N. y Pala M. (2006). Drying characteristics of dill and parsley leaves. *Journal of Food Engineering* 77, 559–565.
- Ekechukwu O. V. (1999). Review of solar-energy drying systems I: An overview of drying principles and theory. *Energy Conversion and Management*. V. 40, No 6, 593–613.
- Fath H. (1995). Thermal performance of a simple design solar air heater with built-in thermal energy storage system. *Energy Conversion and Management* 36, 10, 1995, 989–997.
- Gerla Rodino P., Martinez Garreiro J., Zecchi Bayarres B. y Clavijo L. (2004). Investigación y desarrollo de procesos de deshidratación a vacío para la producción de productos deshidratados diferenciados de calidad superior (S/C/OP/07/69). Facultad de Ingeniería – Instituto de Ingeniería Química. Programa de Desarrollo Tecnológico – Ministerio de Educación y Cultura - República Oriental del Uruguay. Subprograma II, Área oportunidad: Tecnología de los alimentos.
- Guglielmone A. A., Castelli M. E., Mangold A. J., Aguirre D. H., Alcazar E., Cafrune M. M., Cetrá B., Luciani C. A., y Suarez V. H. (2007). Isotermas de adsorción y cinética de secado de ciertas hortalizas y aromáticas cultivadas en Misiones. *RIA. Revista de Investigaciones agropecuarias*, abril 2007, año/vol. 36, número 001 – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria- Buenos Aires, Argentina, 115–129.
- Jannot Y. y Coulibaly Y. (1998). The evaporative capacity as a performance index for a solar-drier air-heater. *Solar Energy*. V. 63, No 6, 38–391.
- Kneule F. (1982). El secado. Urmo S.A. de Ediciones Bilbao.
- Mujumdar A. S. (2000). *Drying Technology in Agriculture and Food Sciences*. Science Publishers, Inc, Enfield - NH, USA.
- Ndawula J., Kasaba J. D. y Byaruhanda Y. B. (2004). Alterations in fruit and vegetable β -carotene and vitamin C content caused by open-sun drying, visqueen-covered and polyethylene-covered solar-dryers. *African Health Science*. 4(2):150-30.
- Njomo D. (1995). Techno-economic analysis of a plastic cover solar air heater. *Energy Conversion and Management*. V. 36, No 10, 1023–1029.
- Pontin M., Lema A., Ritta R., Sanmartino A. y Ghirardotto M. (2005). Secadero solar para frutas – Estudio de caso. *Avances en Energías Renovables*. Vol. 9, 02–48.
- Singh A. K., Singh H., Singh S. P. y Sawhney R. L. (2002). Numerical calculation of psychrometric properties on a calculator. *Building and Environment*. V. 37, No 4, 415–419.

ABSTRACT

This work presents the use of an index, called “evaporative capacity” to quantify the drying capacity of a solar dryer for a certain product. The solar dryer consists on an air solar collector followed by a drying chamber. This index completes the information given by the widely used “collector efficiency” of an air collector, when it is used for drying food. Also, the evaporative capacity it is an indicator of the possibility of drying a product knowing its water activity and the atmospheric conditions, and allows to calculate the necessary hot air flow rate for it. The calculation method is shown with the drying of certain product.

Keywords: solar drying, evaporative capacity, solar dryer efficiency.